

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-140687

(43)Date of publication of application : 20.05.1994

---

(51)Int.Cl. H01L 43/12  
G11B 5/39  
H01F 10/16  
H01F 10/20  
H01F 41/18

---

(21)Application number : 04- 311016 (71)Applicant : HITACHI MAXELL LTD

(22)Date of filing : 26.10.1992 (72)Inventor : MARO TAKESHI  
KITAGAMI OSAMU

---

## (54) MAGNETIC FILM FOR MAGNETORESISTANCE ELEMENT AND ITS MANUFACTURE

### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a magnetic film for a magnetoresistance element excellent in corrosion resistance and productivity and its manufacture.

CONSTITUTION: This is a magnetic film for a magnetoresistance element, which has a film constituted of magnetic substances dispersed in nonmagnetic conductors on a substrate, and the grain diameter of the magnetic substance is not less than 10 $\text{\AA}$ ; and not more than 10 $\mu\text{m}$ , and besides the charge percentage of the magnetic substances is, not less than 10vol.% and not more than 90vol.%. This magnetic film for a magnetoresistance element is manufactured by using a nonmagnetic metal, which only fuses up to 10at% with each other with the magnetic substance, for the nonmagnetic substance, and vapor-depositing this nonmagnetic metal and the magnetic substance at the same time, and then, annealing it at a temperature of 500° C or over, or dispersing magnetic powder in conductive coating and applying this mixture on the nonmagnetic substrate.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.10.1999

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision  
of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for  
application]

[Patent number] 3309922

[Date of registration] 24.05.2002

[Number of appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-140687

(43)公開日 平成6年(1994)5月20日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 43/12		9274-4M		
G 1 1 B 5/39				
H 0 1 F 10/16				
10/20				
41/18				

審査請求 未請求 請求項の数9(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-311016

(22)出願日 平成4年(1992)10月26日

(71)出願人 000005810

日立マクセル株式会社

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

(72)発明者 鷹 毅

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ  
クセル株式会社内

(72)発明者 北上 修

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ  
クセル株式会社内

(74)代理人 弁理士 梶山 信是 (外1名)

(54)【発明の名称】 磁気抵抗素子用磁性薄膜およびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 耐食性、生産性に優れた磁気抵抗素子用磁性薄膜およびその製造方法を提供する。

【構成】 非磁性導電体中に磁性体を分散させてなる薄膜を基体上に有することからなる磁気抵抗素子用磁性薄膜であって、前記磁性体の粒径が10Å以上10μm以下で、かつ、前記磁性体の充占率は10vol%以上90vol%以下である。この磁気抵抗素子用磁性薄膜は非磁性導電体に、磁性体とは互いに10at%までしか固溶しない非磁性金属を用い、この非磁性金属と磁性体とを基体上に同時ベーパーデポジションし、その後、500℃以上の温度でアニールするか、または磁性体粉を導電性塗料中に分散し、この混合物を非磁性基体上に塗布することをにより製造される。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 非磁性導電体中に磁性体を分散させてなる薄膜を基体上に有することからなる磁気抵抗素子用磁性薄膜であって、前記磁性体の粒径が10Å以上10μm以下で、かつ、前記磁性体の充占率は10vol%以上90vol%以下であることを特徴とする磁気抵抗素子用磁性薄膜。

【請求項2】 磁性体が磁性金属である請求項1の磁気抵抗素子用磁性薄膜。

【請求項3】 磁性体が酸化物磁性体または窒化物あるいは炭化物磁性体である請求項1の磁気抵抗素子用磁性薄膜。

【請求項4】 磁性粒子の50%以上が単軸磁性粒子である請求項1の磁気抵抗素子用磁性薄膜。

【請求項5】 非磁性導電体が非磁性金属である請求項1の磁気抵抗素子用磁性薄膜。

【請求項6】 非磁性導電体が有機物含有物である請求項1の磁気抵抗素子用磁性薄膜。

【請求項7】 非磁性導電体が酸化物である請求項1の磁気抵抗素子用磁性薄膜。

【請求項8】 非磁性導電体中に磁性体を分散させることからなる磁気抵抗素子用磁性薄膜の製造方法であって、非磁性導電体に、磁性体とは互いに1.0at%までしか固溶しない非磁性金属を用い、この非磁性金属と磁性体とを基体上に同時ペーパデポジションし、その後、500℃以上の温度でアニールすることを特徴とする磁気抵抗素子用磁性薄膜の製造方法。

【請求項9】 非磁性導電体中に磁性体を分散させることから磁気抵抗素子用磁性薄膜の製造方法であって、磁性体粉を導電性塗料中に分散し、この混合物を非磁性基体上に塗布することを特徴とする磁気抵抗素子用磁性薄膜の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は磁気抵抗素子用磁性薄膜に関する。更に詳細には、本発明はその磁気抵抗変化率の改良に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の磁気記録装置では、記録および再生に通常、コアに巻線を施した誘導型ヘッドが用いられる。このヘッドでは、磁気記録媒体上の記録データを磁気記録媒体から得る磁束の変化に対するヘッド巻線間の誘導起電力という形で取り出すため、基本的にヘッド・媒体間の相対速度は大きいほうが望ましい。しかし、情報量の増大および機器の小型化に伴い、ヘッドと媒体間の相対速度は低下する傾向にあり、誘導型ヘッドの使用は困難になりつつある。

【0003】そのため、ヘッド出力電圧がヘッド・媒体間の相対速度に依存しない、磁気抵抗効果を利用したヘッド、いわゆる、MRヘッドの利用検討が進められてい

る。また、ロボット、工作機械においても、位置・速度検出器のエンコーダとしてMR素子が使用されている。このMRヘッドやMRエンコーダの磁気抵抗素子には、NiFe（パーマロイ）、Ni-Co、Ni-Fe-Co膜が使用されている。これらの薄膜の抵抗変化率は最大5～6%であるが、MRヘッドやMRエンコーダの高出力化および高分解能化のためには、より抵抗変化率の大きい磁気抵抗素子が求められている。

【0004】磁気抵抗素子とは磁界の強弱を電気抵抗の変化として取り出すように構成した固体電子部品のことであり、物性の点から半導体素子と強磁性体素子に分類される。磁気記録装置のヘッドなどに使用される素子は従って、強磁性体磁気抵抗素子のほうである。この種の素子では面内に一軸磁気異方性をもつように作られた強磁性体薄膜が用いられる。この異方性と平行に電流を流し、薄膜面に平行で電流に直角の磁界を印加すると、素子の抵抗が変化する。抵抗変化が飽和する磁界では、初め電流と平行（磁化容易軸方法）に向いていた磁化が全て直角になったことを示す。逆に、磁化と電流が直角なときの抵抗と平行にしたときの抵抗との変化として利用することもできる。

【0005】上記薄膜より抵抗変化率の大きな薄膜として、非磁性金属と強磁性金属を積層させた薄膜の研究が進められている。この積層膜は非磁性金属と強磁性金属の組み合わせを最適化することにより抵抗変化率が10～20%にも達する。しかし、抵抗変化率の大きな積層膜を作製するためには、分子線エビタキシー装置、イオンビームスパッタ装置のような高価で、量産性の低い装置もしくは、分離された複数のターゲット上を高速で基板が回転する複雑な機構を有する装置が必要であった。

【0006】また、この積層膜は非磁性金属・強磁性金属間で標準酸化還元電位が異なるため電池を形成しやすく、接触界面で腐食が起これると、その腐食が進行しやすく、外部に曝されるエッジ部分やピンホールがあると、そこから腐食が進行していくという問題点があった。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の目的は、上記従来技術が持っていた、低生産性や易腐食性に関する問題点を解決し、以て耐食性、生産性に優れた磁気抵抗素子用磁性薄膜およびその製造方法を提供することである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者らが長年にわたり広範な実験と研究を続けた結果、非磁性導電体中に、磁性体粒子を分散させ、この混合物を基体上に被着させることにより磁気抵抗変化率の大きい磁気抵抗素子用磁性薄膜が得られることが発見された。

【0009】このとき、磁性体粒子の粒径（特に短径）が10Å以上10μm以下であることが望ましい。磁性体粒子の粒径が10Åより小さいと化学的に不安定で、

周囲の非磁性導電体と反応しやすく、磁気抵抗変化率の経時変化が大きくなる。また、粒径が $10\mu\text{m}$ より大きいと、磁気抵抗変化率が小さくなる。特に、磁性体が単軸粒子であると磁気抵抗変化率が大きくなる。

【0010】磁性体の充占率は $10\text{vol}\%$ 以上 $90\text{vol}\%$ 以下であることが望ましい。磁性体の量が $10\text{vol}\%$ より少なくても、また、 $90\text{vol}\%$ より多くても磁気抵抗変化率は小さくなる。

【0011】磁性体の形状は球状、楕円状、針状、枝状等どのような形状であっても構わない。磁性体としては、Fe、Co、Niおよびこれらの合金もしくは(Fe、Co、Ni)を主成分とする他の金属との合金強磁性体または(Fe、Co、Ni)の酸化物、窒化物、炭化物強磁性体、(Fe、Co、Ni)を主成分とし、かつ、他の金属、ボロン、シリコン、ゲルコンを含む酸化物、窒化物、炭化物強磁性体を使用可能である。

【0012】非磁性導電体としては、非磁性金属の他に、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ などの無機物、ポリアセチレン、ドーピングを行ったポリフェニレン、ポリフェニレンスルフィド、ポリ2, 5-チエニレン、ポリピロール類、ポリジアセチレン類などの有機高分子化合物、有機溶媒中に黒鉛または金属フィラーを分散させた導電性塗料を用いることができる。

【0013】基体としては、ガラス、多結晶 $\text{SiO}_2$ 、SiまたはGeの単結晶、 $\text{MgO}$ 、の他に、セラミックス、プラスチックフィルムなども使用可能である。

【0014】本発明の磁気抵抗素子用磁性薄膜を製造する方法としては、ペーパデポジション法または塗布法など様々な方法を使用することができる。ペーパデポジションは非磁性導電体と強磁性体とを基体上に同時ペーパデポジションして作製する方法であり、非磁性導電体中に強磁性体を粒状に分散させるため、非磁性導電体と強磁性体との固溶限界は互いに $10\text{at}\%$ 以下であることが望ましい。このような物質の組み合わせとしては、Co-Ag、Co-Au、Fe-Cu、Fe-Ag、Fe-Au、Ni-Agなどがある。また、同時ペーパデポジション後に、 $500^\circ\text{C}$ 以上の温度でアニールすると、分離が更に促進され、良好な結果が得られる。アニール雰囲気としては、真空、He、Arなどの不活性ガスもしくは水素ガス中が望ましい。同時ペーパデポジションするときに、強磁性体と非磁性導電体をそれぞれ基板に対し向かい合う形で斜め入射を行うと、非磁性導電体と強磁性体は自己陰影効果により分離される。ここでいう“ペーパデポジション法”とは、真空蒸着法、スパッタ法、イオンプレーティング法、高周波イオンプレーティング法、クラスタイオンビーム法などの方法の総称である。

【0015】塗布法としては、導電性有機高分子の溶媒もしくは導電性塗料中に、磁性粉を分散させ、スクリーン印刷法などにより基体上に塗布し、乾燥させれば出来

上がる。同時ペーパデポジション法と塗布法では、膜厚が $1\mu\text{m}$ 以下の膜を作製するときは同時ペーパデポジション法のほうが膜厚制御の点で優れているが、膜厚が $1\mu\text{m}$ 以上のときは塗布法でも十分で、大量生産性とコストの面では塗布法のほうが優れている。

【0016】この他にも、非磁性金属と強磁性金属の熔融液を高速回転するロール上に連続して供給して薄帯を作製する、いわゆる液体超急冷法で作製し、アニールして強磁性金属と非磁性金属を分離する方法、 $\text{In}_2\text{O}_3$ や $\text{SnO}_2$ 導電膜を作製する溶液中に磁性粉を分散させ、塗布した後、アニールして作製する方法などがある。

【0017】基体上に成膜された本発明の磁気抵抗素子用磁性薄膜は例えば、矩形、ストライプなどの形状に裁断または切り出され、このチップを常法により更に加工し、最終的に磁気抵抗素子を利用したMRヘッド、MRエンコーダなどの固体電子部品が得られる。

【0018】

【実施例】以下、実施例により本発明を更に詳細に説明する。

【0019】実施例1~4

図1に示したRFスパッタ装置を用いて、水冷Si基板上にCo-Ag膜を作製した。図1において、符号1はCo-Agターゲットであり、2はSi基板であり、3は水冷基板ホルダーであり、4は真空槽であり、5は高周波電源であり、6は真空排気系であり、7はガス導入口である。ターゲット1は、Coターゲット上にAgチップを均等に配置し、CoとAgの面積比が、Coを1とすると、Agが0.05、0.1、0.5および0.7のものを使用した。スパッタ時のArガス圧は $5\text{mTor}$ とした。投入電力は $1\text{kW}$ ( $13.56\text{MHz}$ )とした。Co-Ag膜の膜厚は $500\text{\AA}$ とした。このようにして作製したCo-Ag膜を $500^\circ\text{C}$ で2時間アニールした。

【0020】比較例1および2

実施例1~4と同じ条件で、但し、ターゲットとしてCoとAgの面積比がCoを1とすると、Agが0.01、0.8のものを使用してCo-Ag膜を作製し、その後、真空中で $500^\circ\text{C}$ で2時間アニールした。

【0021】比較例3

実施例1~4と同じ条件で、但し、ターゲットとして $\text{Ni}_{90}\text{Fe}_{10}$ の合金ターゲットを用いてパーマロイ膜を作製した。スパッタ後、同様に真空中で $500^\circ\text{C}$ で2時間アニールした。

【0022】前記実施例1~4および比較例1~2で得られた各膜の表面を走査型電子顕微鏡で観察したところ、円形の島状に分離された領域が無数観察された。この島状の領域の元素分析を行ったところ、いずれの試料でも島状の領域の中心部はCoが $95\text{at}\%$ 以上存在し、島状の領域の周囲部ではAgが $95\%$ 以上存在し、Co

とAgが明瞭に分離されていた。また、Coを主成分とする島状の大きさは直径が約100Åで、Ag中に100ÅのCoの球が分布していることになる。Co-Ag膜中のCoの体積比は、Co-Ag膜1mm×1mmの領域で組成分析し、CoとAgの濃度比から求めた。

【0023】前記実施例1～4および比較例1～3で得られた各膜の磁気抵抗変化率を4端子法で測定した。磁気抵抗変化率 $\alpha$ は次の式で定義される。

\*

$$\alpha = (R_0 - R_H) / R_0 \times 100 (\%)$$

但し、前記式中、 $R_0$ は磁界を印加していないときの抵抗値であり、 $R_H$ は磁界を10000e印加したときの抵抗値である。磁界は電流の流れる方向と平行に印加した。下記の表1に測定結果を要約して示す。

【0024】

【表1】

表1

	Coの体積比 (vol %)	抵抗変化率 (%)
実施例1	10	10
実施例2	30	11
実施例3	70	12
実施例4	90	10
比較例1	5	3
比較例2	95	2
比較例3	—	5

【0025】表1に示された結果から明らかなように、Coの体積比が10～90 vol %の本発明のCo-Ag膜は、比較例3のパーマロイ膜よりも大きな抵抗変化率を示す。

## 【0026】実施例5～8

実施例1のスputタ条件と、CoとAuの面積比が1:1のターゲットを用いてCo-Au膜を作製し、これを真空中、700℃で20分間、1時間、2時間および10時間アニール処理した。

## 【0027】比較例5および6

実施例5と同じ条件でCo-Au膜を作製し、真空中、※

※700℃で5分間および20時間のアニール処理を行った。

【0028】実施例5～8および比較例5～6で得られた各膜の表面を走査型電子顕微鏡で観察したところ、いずれの試料でも、Coが95%以上の島状部分が観察された。この島状部分の平均直径を粒径とした。また、抵抗変化率を実施例1と同様に測定した。結果を下記の表2に要約して示す。

【0029】

【表2】

30

表2

	Co平均粒径 (Å)	抵抗変化率 (%)
実施例5	10	15
実施例6	5000	11
実施例7	10000	11
実施例8	100000	9
比較例5	5	5
比較例6	200000	3

【0030】表2に示された結果から明らかなように、磁性粒子であるCo粒子の粒径が10Å以上10μm以下の場合に、抵抗変化率の大きい膜が得られる。特に、実施例5の膜で抵抗変化率が大きいのは、Co粒子が単軸粒子であるからと考えられる。

## 【0031】実施例9

図3に示した2元同時RFスputタ装置を用いて、Au-Fe、O、膜を作製した。図3において、符号10は

基板ホルダー加熱用ヒータを示し、その他、図1と同じ部材は同じ符号で示されている。ターゲット1にはAuおよびFe、O、を使用した。スputタ雰囲気にはAr-O<sub>2</sub>混合ガスを使用した。全ガス圧は5mTorr、ArとO<sub>2</sub>の比率は1:1とした。投入電力はAu500W、Fe、O、1kWとした。基板2には石英ガラスを用いた。基板2はヒータ10を用いて500℃に加熱した。膜厚は1000Åとした。スputタ後の膜を酸素気

50

流中で600℃、2時間アニールした。

【0032】この膜を走査型電子顕微鏡で観察したところ、直径100Å程度の島状部分が一様に分散して存在していることが確認された。この島状部分を分析したところ、FeとOのみが3:4の割合で、また、島状部分の周囲からはAuのみが観察された。この膜の磁気抵抗変化率を実施例1と同様の4端子法で測定したところ、8%であった。

#### 【0033】実施例10

図3に示した2元同時RFスパッタ装置を使用し、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜を作製した。ターゲットにはIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>およびFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を使用した。スパッタ雰囲気にはAr-O<sub>2</sub>混合ガスを使用した。全ガス圧は5mTorr、ArとO<sub>2</sub>の比率は1:2とした。投入電力はIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1kW、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 500Wとした。基板2には石英ガラスを用いた。基板2はヒータ10を用いて500℃に加熱した。膜厚は1000Åとした。スパッタ後の膜を酸素気流中で600℃、2時間アニールした。

【0034】この膜を走査型電子顕微鏡で観察したところ、直径100Å程度の島状部分が一様に分散して存在していることが確認された。この島状部分を分析したところ、FeとOのみが3:4の割合で、また、島状部分の周囲からはInとOが2:3の割合で検出された。この膜の磁気抵抗変化率を実施例1と同様の4端子法で測定したところ、7%であった。

#### 【0035】実施例11

図1に示したRFスパッタ装置を用いてAu-部分窒化鉄膜を作製した。ターゲットにはAuターゲット上に鉄チップを面積比がAu1に対してFe0.2としたものを使用した。スパッタ雰囲気にはAr-N<sub>2</sub>混合ガスを使用した。全ガス圧は5mTorr、ArとN<sub>2</sub>の比率は1:2とした。投入電力は1kWとした。基板2には石英ガラスを用いた。膜厚は1000Åとした。スパッタ後の膜を窒素気流中で500℃、2時間アニール処理した。

【0036】この膜を走査型電子顕微鏡で観察したところ、直径100Å程度の島状部分が一様に分散して存在していることが確認された。この島状部分を分析したところFeとNが検出された。Nの含有量は10at%であ\*

った。また、島状部分の周囲からはAuのみが検出された、この膜の磁気抵抗変化率を実施例1と同様に4端子法で測定したところ8%であった。

#### 【0037】実施例12

図3に示した2元同時RFスパッタ装置を用いてAu-部分炭化鉄膜を作製した。ターゲットにはAuおよびFe-C50at%の焼結合金ターゲットを使用した。スパッタ雰囲気にはArガスを使用した。ガス圧は5mTorrとした。投入電力はAu、Fe-Cターゲット共に1kWとした。基板2には石英ガラスを用いた。基板2はヒータ10を用いて400℃に加熱した。膜厚は1000Åとした。スパッタ後の膜を1×10<sup>-5</sup>Torrの真空中で、600℃、30分間アニールした。

【0038】この膜を走査型電子顕微鏡で観察したところ、直径100Å程度の島状部分が一様に分散して存在していることが確認された。この島状部分を分析したところ、FeとCのみが観察された。Cは25at%検出された。また、島状部分の周囲からはAuのみが観察された。この膜の磁気抵抗変化率を実施例1と同様の4端子法で測定したところ、8%であった。

#### 【0039】比較例7

図2に示した2元同時スパッタ装置を使用し、CoとAgターゲット上を基板を回転させ、CoAg積層膜を作製した。図2において、符号8は回転基板ホルダーを示し、9は隔壁を示し、その他、図1と同じ部材は同じ符号で示されている。基板2にはSiを用いた。CoおよびAgの各一層の厚さはそれぞれ10Å、10Åとし、全体で500Åとした。スパッタ時のAr圧は5mTorrとし、投入電力はCoおよびAgのターゲットに対し、それぞれ1kWおよび500Wとした。

【0040】実施例1~4、実施例9~12および比較例7で得られた各膜を80℃、相対湿度90%の雰囲気中に放置し、1日、2日、5日、10日、20日、50日目に各試料の磁気抵抗変化率を実施例1で用いたのと同じ4端子法で測定した。結果を下記の表3に要約して示す。

#### 【0041】

【表3】

表3

	0日	1日	2日	5日	10日	20日	50日
実施例1	10	10	10	9	8	7	5
実施例2	11	11	11	9	8	7	5
実施例3	12	12	12	10	9	8	6
実施例4	10	10	9	8	6	4	2

実施例9	8	8	8	8	8	7	7
実施例10	7	7	7	7	7	7	6
実施例11	8	8	8	8	7	7	7
実施例12	8	8	8	8	8	8	7
比較例7	15	15	13	10	7	3	0

【0042】表3に示された結果から明らかなように、実施例1～4の膜のほうが比較例7の膜よりも耐食性に優れていることがわかる。実施例のなかでも、磁性体として酸化物または窒化物あるいは炭化物磁性体を用いた実施例9～12のほうが耐食性に優れている。

【0043】50日間放置した実施例1～4および実施例9～12の試料と比較例7の試料を顕微鏡で観察したところ、比較例7の試料では膜の周辺部の腐食および膜の表面に点状の腐食が観察された。これに対し、実施例1～4の試料では膜表面の点状の腐食は観察されたが、周辺部の腐食は観察されなかった。実施例9～12では膜表面の腐食、周辺部の腐食ともに殆ど観察されなかった。

【0044】実施例13および14  
直径10 $\mu$ m～20 $\mu$ mの銀粉と、直径1～5 $\mu$ mの $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（実施例13）およびFe粉（実施例14）をエポキシ樹脂中に分散させ、これを膜厚2 $\mu$ mでポリイミドフィルム表面に塗布し、乾燥させた。塗布、乾燥直後の導電率は実施例13の膜が1 $\times 10^{-3}$  $\Omega$ cmであり、実施例14の膜が8 $\times 10^{-4}$  $\Omega$ cmであった。これをAr気流中（300℃）で2時間アニールした。アニール後の導電率は実施例13の膜が4 $\times 10^{-4}$  $\Omega$ cmであり、実施例14の膜が2.5 $\times 10^{-4}$  $\Omega$ cmであった。

【0045】実施例13および14の膜の断面を透過型電子顕微鏡で観察したところ、密に詰まった銀粉中に $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、粉（実施例13）およびFe粉（実施例14）が一樣に分散していた。実施例13および14の膜の磁気抵抗変化率を実施例1と同様の4端子法で測定し

たところ、実施例13の膜が4%、実施例14の膜が5%であり、従来のパーマロイ膜程度の値が得られた。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では非磁性導電体中に粒径が10 $\text{\AA}$ 以上10 $\mu$ m以下の磁性体を体積比で10vol%以上90vol%以下で分散させた混合物を基体に被着させて成膜することにより、磁気抵抗変化率の大きく、耐食性に優れた磁気抵抗素子用磁性薄膜が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1において本発明の磁気抵抗素子用磁性薄膜の作製に使用されるRFスパッタ装置の模式的構成図である。

20 【図2】比較例7で使用される2元同時スパッタ装置の模式的構成図である。

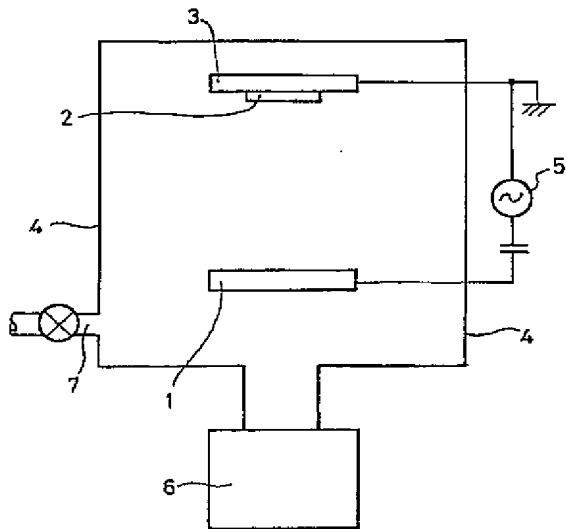
【図3】実施例9で使用される2元同時スパッタ装置の模式的構成図である。

【符号の説明】

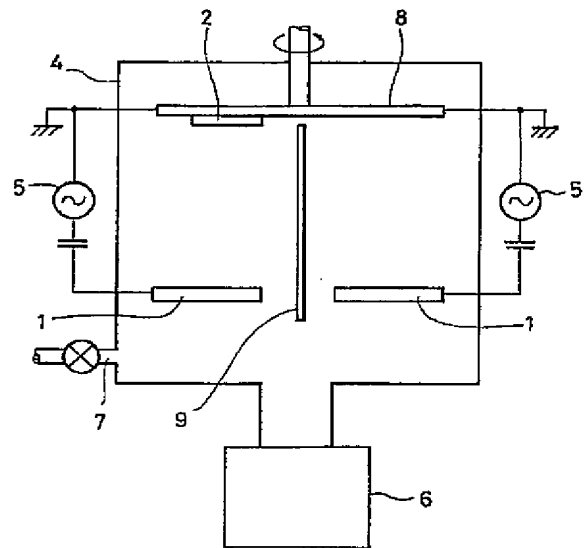
- 1 ターゲット
- 2 基板
- 3 基板ホルダー
- 4 真空槽
- 5 高周波電源
- 30 6 真空排気系
- 7 ガス導入口
- 8 回転基板ホルダー
- 9 隔壁
- 10 基板ホルダー加熱用ヒータ



【図1】



【図2】



【図3】

